锆石微区原位U-Pb 定年的测定位置选择方法

张永清,王国明,许雅雯,叶丽娟 (中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘 要:锆石微区原位U-Pb定年时,测定位置的选择至关重要,直接影响锆石测年结果。锆石内部结构研究是锆石 测定位置选择的重要依据,本文结合不同成因锆石的内部结构特征及其年代学意义,总结了岩浆锆石、变质锆石、热 液锆石以及蜕晶化锆石的测定位置选择方法,认为组成单一的岩浆锆石是理想的U-Pb定年对象,对于成因复杂的锆 石尽量选取单一成因的颗粒或晶域,避免跨晶域选择测定位置。对于跨晶域选择测定位置测定得到的年龄结果必 须做适当的(如不一致线的方法)校正,才可以用于地质成因的解释,否则得到的是没有地质意义的混合年龄。 关键词:微区原位;锆石U-Pb定年;选点方法

中图分类号: P597⁺.1 文献标识码: A 文章编号: 1672 - 4135(2015)03 - 0233-06

锆石具有较强的抵抗风化、蚀变和变质作用影响的能力,封闭温度高,分布广泛,普通铅含量低,是 U-Pb定年的理想对象^[1-2]。微区原位定年技术由于避免了常规方法中冗长、烦琐的化学处理过程,能对固体样品直接进行微区原位的同位素分析,可以揭示 单颗粒尺度或者颗粒不同部位的年龄信息,效率明显提高,被广泛应用于锆石U-Pb定年^[3-5]。常用的锆石微区原位 U-Pb 定年方法包括二次离子质谱法 (SIMS)及激光剥蚀等离子体质谱法(LA-ICPMS)^[69]。

锆石微区原位U-Pb定年通常包括测定位置选 择(以下简称"选点"),年龄测定和年龄解释3个基本 环节。选点即依据锆石的内部结构特征选择合适的 测试颗粒和晶域,是U-Pb定年的基础工作,锆石选点 至关重要,直接影响测年结果。对于成因单一的锆 石只需要选择内部结构均一的位置进行测定,就能 得到准确的地质年龄;而对于具有复杂演化历史的 岩石,不仅同一岩石样品中分离出来的不同锆石颗 粒具有不同的年龄,同一锆石的不同部分也可能具 有不同的年龄^[10,11],选点位置不同则可能会得到不一 样的年龄结果。

谭洪旗等^[12]对滇东南南温河花岗岩中具有增生 边的锆石进行同位素稀释法(TIMS)及离子探针法 (SHRIMP)对比研究,发现SHRIMP法打点位置在核 边交界处的锆石颗粒获得的锆石年龄表现为 ²⁰⁶Pb/²³⁸U、²⁰⁷Pb/²³⁵U和²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb表面年龄不一致,同 时,部分SHRIMP法打点位置在核边交界处的锆石 颗粒获得的锆石年龄与TIMS法得到的混合年龄具 有相似性,说明核边交界处的锆石颗粒获得的锆石 年龄其实是混合年龄。朱永峰等^[13]通过对新疆中天 山天格尔山脉一带片麻状花岗岩岩石学以及锆石 SHRIMP年代学研究结果表明,糜棱岩化花岗岩中 的锆石具有复杂的核-幔-边结构,锆石的表观年龄 在 393.9~1788 Ma之间变化,比较老的年龄可能是 锆石幔与锆石核混合的结果,最年轻的年龄数据可 能是锆石幔与热液锆石边混合的结果,这些锆石颗 粒有的位于谐和线上,有的位于谐和线下边,真正代 表锆石幔的测试点则较集中且测定值基本落在U-Pb 谐和线上。

因此,虽然微区测年能得到锆石不同结构区域 的多组年龄,但选点不当仍然会得到没有地质意义 的混合年龄。本文结合前人对于锆石内部结构的研 究成果,总结介绍在进行锆石微区原位U-Pb定年时 的选点方法,以便对得到的测试数据进行合理准确 的地质解释。

1内部结构研究方法

最常用于揭示锆石内部结构的方法包括HF酸 蚀刻图像、BSE图像、CL图像、激光拉曼光谱等。

HF酸蚀刻法的应用原理是由于锆石不同区域 表面的微量元素含量和蜕晶化程度的差异导致其稳

收稿日期:2015-1-14

基金项目:中国地质调查"锆石、磷灰石微区原位U-Pb同位素测试方法研究(12120114001701)"

作者简介:张永清(1982-),女,硕士,高级工程师,从事同位素地球化学和地质年代学研究,E-mail: zhangyq823@163.com。

定性和抗HF酸腐蚀能力的不同,在HF酸的作用下, 锆石的内部结构就会显示出来。该方法简单易行, 不需要大型仪器设备,但可能会对锆石表面造成不 同程度的破坏作用¹¹⁴¹。

BSE图像揭示的是锆石表面平均分子量的差异。除可以揭示锆石的内部结构外,锆石的BSE图像还可以很好地显示锆石的表面特征(如包裹体的分布和裂隙的发育情况等)^[15]。

CL图像显示的是锆石表面部分微量元素(如: U,Y,Dy和Tb等)的含量或晶格缺陷的差异。锆石 的CL图像和BSE图像的明暗程度往往具有相反的 对应关系。

CL图像是锆石内部结构研究中最常用和最有效的方法之一,对于不同的地质环境或地质作用下结晶形成的锆石,往往有不同的阴极发光特征,或在同一颗锆石的不同晶域有不同的阴极发光特征。阴极发光强弱主要取决于锆石中的一些痕量元素(U、Th、稀土元素等),研究表明U、Th含量越高,阴极发光图像颜色越黑,反之则越亮[15-17]。

激光拉曼光谱是一种测定物质分子成分的微观

分析技术,是基于激光光子与物质分子发生非弹性 碰撞后,改变了原有入射频率的一种分子联合散射 光谱。由于其对制样无特殊要求,对锆石损伤程度 小,加上其较短的激发波长和极高的空间分辨率,能 够对锆石内部结构提供重要信息,尤其对于存在蜕 晶化现象的锆石有很好的分辨能力,目前也被广泛 用于锆石内部结构研究^[18-20]。

2选点方法

由于锆石成因和形成环境等的多样性,决定了 其内部结构非常复杂,不同的锆石具有不同的内部 结构特征,由此为锆石微区U-Pb定年中测定位置的 选择提供依据。前人^[21,22]对于不同成因类型的锆石 内部结构特征做了详细的阐述与总结(表1),本文不 再累述。

2.1 岩浆锆石

岩浆锆石一般具有特征的岩浆振荡环带(图1)^[21-25]。 振荡环带的宽度与锆石寄主岩石的成分以及锆石结 晶时岩浆的温度有关,高温条件下微量元素扩散快,常 常形成较宽的结晶环带(如辉长岩中的锆石);低温条

表1 岩浆锆石,变质锆石,热液锆石主要特征对比^[21,22] Table 1 Major characteristic comparison for magmatic zircons, metamorphic zircons and hydrothermal zircons^[21,22]

特征 分类	岩浆锆石	变质锆石	热液锆石
形成环境	熔体中的结晶作用形成的锆石	高级变质岩的深熔作用、变质结晶作用、	经过热液流体蚀变或热液改造了的锆
		变质重结晶作用	石,或者从热液流体中直接结晶的锆石
内部结构	震荡环带,强烈的阴极发光	黑色不分带CL,HF不易蚀刻,多种增生	无震荡环带,无阴极发光
	(亮色的CL图像)	结构(冷衫状,星云状、辐射状等)	(暗黑色不分带CL图像)
结晶习性	自形、晶面简单,其晶棱锋锐、	外形多圆卵形、不规则状,一般延长度小,	不规则状、多孔洞状、海绵状、环带状、
	清晰,柱状或细长柱状	晶面复杂、晶棱圆滑、晶面有溶蚀	细脉状,晶体的棱柱不明显
年龄意义	岩浆冷却年龄	形成年龄,冷却年龄	热液矿物的形成年龄,即成矿年龄



图1 不同类型岩浆岩中锆石的CL图像^[21-25]

Fig.1 CL images of zircons from different type of magmatite

(a)辉长岩中的岩浆锆石^[23];(b)二长闪长岩中的岩浆锆石^[24](有改动);(c)、(d)碱性正长岩中的岩浆锆石^[21]; (e)、(f)、(g)花岗岩中的锆石^[25,22] 件下微量元素的扩散速度慢,一般形成较窄的岩浆环带(如I型和S型花岗岩中的锆石)^[26];岩浆锆石中还可能出现扇形分带的结构,这种扇形分带结构是由于锆石结晶时外部环境的变化导致各晶面的生长速率不一致造成的^[27]。

对于成因简单,年龄单一的岩浆锆石,选择振荡 环带均匀未受后期地质作用影响的颗粒或晶域进行 微区定年,可以使测年结果更加准确合理^[21,22]。

2.2 变质锆石

变质锆石既可以是变质过程中新生长的锆石, 又可以是变质作用对岩石中原有锆石不同程度的改造;其中新生长的变质锆石既可以形成独立的新生颗粒,还可以在原有锆石基础上形成变质新生边^[28,29]。 2.2.1变质重结晶锆石

锆石的变质重结晶作用是指结构上不稳定的锆 石,在一定温压条件下(一般温度>400℃),锆石晶格 进行重新愈合和调整,使锆石在结构上更加稳。变 质重结晶作用并没有新的锆石生成,只是对原有锆 石进行了不同程度的改造。变质重结晶锆石常常为 自形到半自形,且外形与原岩岩浆锆石环带形状相 似,与原岩锆石之间没有明显的生长界限^[28-32]。

锆石变质重结晶区域的CL强度比原岩锆石明显 增强(图2),内部结构一般为无分带、弱分带、斑杂状 分带或海绵状分带等,局部有岩浆环带的残留^[14,28];在 重结晶锆石与原岩锆石之间有时会出现弱CL强度 的重结晶前锋,详细的内部结构特征参见文献[22]。

变质重结晶作用较彻底的锆石颗粒或晶域得到 的U-Pb年龄代表了变质重结晶发生的时代;岩浆环 带结构清楚、未受变质重结晶作用影响的锆石颗粒 或晶域其年龄代表了相应岩石的形成年龄^[28,31]。未



图2 变质重结晶锆石的CL图像 Fig.2 CL images of zircons from metamorphic recrystallized zircons

(a) 边部变质重结晶锆石结构均匀且切割原岩锆石的岩浆环带,整个锆石颗粒非常自形^[22];(b) 核部重结晶锆石中有明显的 残留岩浆环带,重结晶锆石和未受重结晶作用影响的锆石区域 之间有强度弱的变质重结晶前锋,整个锆石颗粒较自形^[4] 完全重结晶的锆石颗粒或晶域,其年龄的最大值最 有可能接近相应岩石的形成年龄,其年龄的最小值 最有可能接近重结晶作用发生的时间^[10,28]。

因此,变质重结晶锆石选点时,选择完全重结晶 或者未发生重结晶的颗粒或晶域进行测试,以得到 变质重结晶发生的时代或者相应岩石的形成年龄, 尽量避免选择未完全重结晶的颗粒或晶域,以免得 到混合年龄。

2.2.2变质增生锆石

变质增生锆石则是指变质过程中发生成核和结晶作用,有新的锆石从周围的介质中结晶出来,从结构上可分为无继承核和有继承核两类,前者属于完全变质新生锆石,具有多晶面状-不规则状-规则外形,内部结构均匀^[33];后者在继承核外围形成增生边,从阴极发光图像上看,核边具有明显的边界及不同的阴极发光强度,边界清楚(图3)^[34,35]。

变质新生锆石和变质增生边,其U-Pb年龄代表 变质作用年龄;继承核年龄,原岩若为火山岩则代表 其原岩年龄。因此,对于变质增生锆石,在测试过程 中要根据地质背景,明确研究对象,需要获取变质作 用年龄时,尽量选择变质新生锆石颗粒或者锆石的 变质增生边;需要测试核部年龄时,则优先选择那些 核较大的位置进行分析测试^[34]。重要的一个原则就 是要尽量选取单一成因的颗粒或者晶域^[11],避免跨晶 域选点。

2.3 蜕晶化锆石

蜕晶化与地质作用没有直接的联系^[33]。由于U 和Pb不同的化学性质,锆石中由U衰变形成的Pb在 晶格中的位置会处于不稳定状态;U放射性衰变过程 中对锆石晶体的结构造成损伤,即因自发裂变等产 生蜕晶化,使得不稳定的Pb更易从锆石中发生迁移 而丢失^[36]。正是由于锆石不同程度的蜕晶化作用,使



图 3 变质增生锆石的 CL 图像 Fig.3 CL images of zircons from metamorphic overgrowth zircons (a)变质增生边^[34];(b)完全变质新生锆石颗粒^[35]

得锆石对于铅的保存行为产生很大的不同,导致 U-Pb年龄偏离一致线,并使年龄值降低^[37]。

激光拉曼光谱分析技术能对锆石微区蜕晶化程 度及矿物内部结构提供重要信息, 蜕晶化锆石其激 光拉曼光谱特征表现为谱峰向低波数移动, 且峰形 变钝、半高宽加大。

王银喜等¹³⁸通过对8个澳大利亚TEM标准锆石 和近百枚云南梅树村剖面前寒武系-寒武系界线M5 层斑脱岩火山成因锆石进行了不同入射方位的激光 拉曼光谱分析和对比研究,表明定量的研究锆石蜕 晶化程度、选择适中U、Th含量(约小于400 ug/g)和 蜕晶化程度低、在任一方向能看得到357(Eg)或439 (Ag)特征峰,任一方向Eg/Ag比值落在1/0.2到 1/1.29 且半高宽不超过10.0的锆石进行定年是非常 必要的。

因此,对于蜕晶化锆石,需要定量地研究锆石蜕 晶化程度,选择蜕晶化程度低的锆石颗粒或晶域进 行U-Pb定年能得到相对准确的年龄信息。

2.4 热液锆石

热液锆石是指经过热液流体蚀变或热液改造了 的锆石,或从热液流体中直接结晶的锆石。受热液 蚀变作用影响的锆石为半自形到他形,无分带、弱分 带或海绵状分带,常常具有溶蚀结构或骨架状结构, 详细的内部结构特征参见文献[22]。

受热液蚀变作用影响较为彻底的锆石颗粒或晶 域其U-Pb年龄代表热液蚀变作用发生的准确时代, 没有受热液蚀变作用影响的锆石颗粒或晶域其U-Pb 年龄代表这些岩石的形成年龄^[39,40]。

因此,对于热液锆石,选点时,要选择受热液液 蚀变作用影响较为彻底和没有受热液蚀变作用影响 的锆石颗粒或晶域。

3 跨晶域选点

对于复杂成因的锆石,如发生变质重结晶作用, 变质增生作用及热液蚀变作用等,选点时很重要的 一个原则就是要尽量选取单一成因的颗粒或者晶 域,避免跨晶域选点。但由于目前对锆石的内部结 构特征还很难进行定量的描述,所以依据锆石的内 部结构特征选择测试晶域时很难完全避免跨晶域选 点;同时实际工作中有时需要测定的晶域非常窄,很 难满足测试需求,为了保证信号的强度和数据的精密 度,此时可以适当的跨晶域选点。 由于跨晶域选点测定得到的年龄结果是没有地 质意义的混合年龄,因此必须做适当的校正(如不一 致线校正)才可以用于进行地质成因的合理解释。 如对于变质重结晶锆石,跨晶域选点时得到的结果 是界于原岩形成年龄和发生变质重结晶作用之间的 年龄结果,对多次这样的测定结果得到的数据点作 图解处理,在U-Pb年龄谐和图上会形成一条不一致 线,不一致线与谐和线的上交点年龄最有可能代表 其形成年龄,不一致线与谐和线的下交点年龄最有 可能代表重结晶作用发生的时间^[1021,28]。同样,对于 变质增生锆石,其上交点年龄代表原岩年龄,而下交 点年龄则代表变质增生作用发生的时间;对于热液 蚀变锆石,其下交点年龄代表原岩锆石的形成年龄。

4结论

锆石微区原位U-Pb定年选点的基本原则和方法 包括:

(1)对于成因简单,年龄单一的锆石只要选择震 荡环带位置或阴极发光颜色均一的位置即可;避开 锆石透反射光图像上的裂纹或包裹体。

(2)变质重结晶锆石,选择完全重结晶和未发生 变质重结晶作用的颗粒或晶域,尽量避免选择未完 全重结晶的颗粒或晶域。

(3)变质增生锆石,选择新生锆石颗粒以获得变 质作用年龄;有增生边的锆石颗粒,只选择核部或者 边部,避免跨晶域选点。

(4)热液锆石,选择受热液蚀变作用影响较为彻 底和没有受热液蚀变作用影响的颗粒或晶域。

(5)借助激光拉曼光谱分析定量揭示锆石的蜕晶 化程度,尽量选择蜕晶化程度低的锆石颗粒或晶域。

(6)对于已经得到的测试结果,需结合锆石内部结构,分析所选择的锆石颗粒或晶域是否合理。

总之,单一的岩浆锆石是理想的U-Pb定年对象, 对于复杂成因的锆石很重要的一个原则就是要尽量 选取单一成因的颗粒或晶域,避免跨晶域选点。对 于跨晶域选点得到的年龄结果必须做不一致线的方 法校正,才可以进行地质成因的解释,否则得到的是 没有地质意义的混合年龄。

致 谢:感谢李惠民研究员对本文提出的建设性修改意见,特此致谢!

参考文献:

- Lee J K W, Williams I S, Ellis D. Pb,U and Th diffusion in natural zircon[J]. Nature, 1997,390:159-163.
- [2] Cherniak D J, Watson E B. Pb diffusion in zircon[J]. Chemical Geology, 2000, 172: 5-24.
- [3] 谢桂青,胡瑞忠,蒋国豪,等.锆石的成因和U-Pb同位素 定年的某些进展[J].地质地球化学,2001,29(4):64-70.
- [4] 周红英,李惠民.U-Pb同位素定年技术及其地质应用潜力[J].地质调查与研究,2011,34(1):63-70.
- [5] Johnston S, Gehrels G, Valencia V, et al. Small-volume U-Pb zircon geochronology by laser ablation-multicollector-ICP-MS[J]. Chemical Geology,2009,259:218-229.
- [6] Simonetti A, Heaman LM, Chacko T, et al. In situ petrographic thin section U-Pb dating of zircon, monazite, and titanite using laser ablation MC-ICP-MS[J]. Inter national Journal of Mass Spectrometry, 2006, 253:87-97.
- [7] Storey C D, Jeffries T E, Smith M. Common lead corrected laser ablation ICPMS U-Pb systematic and geochronology of titanite[J].Chemical Geology,2006,227: 37-52.
- [8] Aleinikoff J N, Wintsch R P, Fanning A, et al. U/Pb geochronology of zircon and polygenetic titanite from the Glastonbury Complex, Connecticut, USA: an integrated SEM, EM PA, TIMS, and SHRIMP study[J].Chemical Geology, 2002, 188: 125-147.
- [9] Sano Y, Oyama T, Terada K. Ion microprobe U-Pb dating of apatite[J].Chemical Geology, 1999,153:249-258.
- [10]Vavra G, Schmid R, Gebauer D. Internal morphology, habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircons: geochronology of the Ivrea Zone (South Alps) [J].Contrib Mineral Petrol,1999(134):380-404.
- [11]陈道公,李彬贤,夏群科,等.变质岩中锆石U-Pb计时问题评述-兼论大别造山带锆石定年[J].岩石学报,2001, 17(1):129-138.
- [12]谭洪旗,刘玉平,徐伟等.中-浅正变质岩锆石 SHRIMP 法与 TIMS 法测年结果不一致处理-以滇东南南温河花 岗岩为例[J].矿物学报,2011,31(1):62-29.
- [13]朱永峰,宋彪.新疆天格尔糜棱岩化花岗岩的岩石学及其 SHRIMP年代学研究:兼论花岗岩中热液锆石边的定年 [J].岩石学报,2006,21(1):135-144.
- [14]Pidgeon RT, Nemchin AA, Hitchen GJ. Internal structures of zircons from Archaean granites from the Darling Range batholith: Implications for zircon stability and the interpretation of zircon U-Pb ages[J]. Contrib ineral Petrol, 1998, 132: 288-299.
- [15]Hanchar JM, Miller CF. Zircon zonation patterns as revealed by cathodoluminescence and backscattered electron images: Implications for interpretation of complex crustal histories[J]. Chemical geology,1993,

110: 1-13.

- [16]Crofu F, Hanchar JM, Hoskin PWO, et al. Atlas of zircon textures[J].Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 2003, 53:469-495.
- [17]潘兆橹.结晶学与矿物学(下册)[M]. 北京:地质出版社, 1994:113-115.
- [18]张永清.激光拉曼、阴极荧光研究对蜕晶化锆石及其 U-Pb年龄解释的指示意义[J].地质调查与研究,2012, 35(3):224-228.
- [19]Nasdalaá L, Wenzelá M, Vavra G, et al. Metamictisation of natural zircon:accumulation versus thermal annealing of radioactivity-induced damage[J]. Contrib Mineral Petrol,2001,141: 125-144.
- [20]Nasdalaá L, Kronz A, Wirth R, et al. The phenomenon of deficient electron microprobe totals in radiation-damaged and altered zircon[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2009, 73: 1637–1650.
- [21]李长民.锆石成因矿物学与锆石微区定年综述[J].地质调 查与研究,2009,33(3):161-174.
- [22]吴元保,郑永飞.锆石成因矿物学研究及其对U-Pb年龄 解释的制约[J].科学通报,2004,49(16):1589-1604.
- [23]赵子福,郑永飞,魏春生,等.大别山沙村和椒子岩基性--超基性岩锆石U-Pb定年、元素和碳氧同位素地球化学 研究[J].高校地质学报,2003,9(2):139-171.
- [24]Zhang SH, Zhao Y, Song B, et al. Petrogenesis of the Middle Devonian Gushan diorite pluton on the northern margin of the North China block and its tectonic implications [M]. Cambridge University Press,2007,144(3): 553-568.
- [25]曾乔松,陈广浩,王核,等.阿尔泰冲乎尔盆地花岗质岩 类的锆石 SHRIMPU-Pb 定年及其构造意义[J].岩石学 报,2007,23(8):1911-1932.
- [26] Rubatto D, Gebauer D. Use of cathodoluminescence for U-Pb zircon dating by IOM Microprobe: Some examples from the western Alps[J]. Cathodoluminescence in Geoscience, Springer-Verlag Berlin Cyclades, Greece-recrystallization and mobilization of zircon Heidelberg, Germany. 2000, 373-400.
- [27]Vavra G, Gebauer D, Schmid R. Multiple zircon growth and recrystallization during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps): An ion microprobe (SHRIMP) study[J]. Contrib Mineral Petrol, 1996, 122: 337-358.
- [28]Geisler T, Ulonska M, Schleicher H, et al. Leaching anddifferential recrystallization of metamict zircon underexperimental hydrothermal conditions [J]. Chemical Geology,2001, 141: 53-65..
- [29]Rizvanova N G, Lenchenkov O A, Belous AE, et al. Zircon reaction and stability of the U- Pb isotope system during the interaction with carbonate fluid: Experimental hydrothermal study[J].Contrib Mineral Petrol,

2000,139: 101-134.

- [30]Liati A, Gebauer D. Constraining the pregrade and regrade P-T-t path of Eocene HP rocks by SHRIMP dating difference zircon domain: Inferred rated of heating-burial, cooling and exhumation for central Rhodope, northern Greece[J]. Contrib Minern Petrol, 1999, 135: 340-354.
- [31]Hoskin P W O, Black L P. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon[J]. J Meta-morphic Geol, 2000, 18: 423-439.
- [32]Pidgeon R T. Recrystallisation of oscillatory-zoned zircon: Some geochronological and petrological implications[J]. Contrib Mineral Petrol, 1992, 110: 463-472.
- [33]简平,程裕淇,刘敦一.变质锆石成因的岩相学研究-高级 变质岩U-Pb年龄解释的基本依据[J].地学前缘,2001,8 (3):183-191.
- [34]刘建辉,刘敦一,张玉海,等.使用SHRIMP 测定锆石铀-铅年龄的选点技巧[J].岩矿测试,2011,30(3):265-268.
- [35]Hermann J, Rubatto D, Korsakov A. Multiple zircon growth during fast exhumation of diamondiferous, deep-

ly subducted continental crust (Kokchetav Massif, Kazakhstan)[J]. Contrib Mineral Petrol, 2001, 141: 66–82.

- [36]Silver L T, Deutsch S. Uranium-lead isotopic variations in zircons: A case study[J]. J Geol, 1963, 71:721-758.
- [37]Nasdala L, Pidgeon R T, Wolf D. Heterogeneous metamictazationof zircon on a microscale[J].Geochi. Cosmochica. Acta, 1996, 60(6):1091-1097.
- [38]王银喜,张明生,周建新,等.云南前寒武系-寒武系界线 锆石激光拉曼光谱研究及意义[J].地质评论,2007,53 (1):22-30.
- [39]Tomaschek F, Kennedy A K, Villa I M, et al. Zircons from Syros, Cyclades, Greece-recrystallization and mobilization of zircon during high-pressure metamorphism [J]. Jour of Petrology, 2003, 44(11): 1977-2002.
- [40]Liati A,Gebauer D, Wysoczanski R.U-Pb SHRIMP-dating of zircon domains from UHP garnet-rich mafic rocks and late peg-matoids in the Rhodope zone (N Greece): Evidence for Early Cre-taceous crystallization and Late Cretaceous metamorphism[J].Chem Geology, 2002, 184: 281-299.

Methods for Choosing Target Points In-situ Zircon U-Pb Dating

ZHANG Yong-qing, WANG Guo-ming, XU Ya-wen, YE Li-juan

(Tianjin Centre, China geological survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: Choosing the target points in the testing zircons is very important as it directly affects the zircon dating results during the in-situ zircon U-Pb dating. In this paper, the methods of choosing target points were summarized for magmatic zircons, metamorphic zircon, hydrothermal zircon and metamictization zircons based on their internal structure and the Geochronology. The conclusion is that magmatic zircons with simple composition are ideal minerals for zircon U-Pb dating. The simple genetic zircon grains or crystal domains are chosen for the complex zircon. The results abtained from across-domains can only be used after correction by inconsistent line, otherwise, it is meaningless.

Key words: in-situ; zircon U-Pb dating; choosing the target point